

学校编码: 10384

学号: X2006224023

分类号_____密级_____

UDC_____

厦门大学

硕士学位论文

中波广播发射机自动化实时监控系统中的下位机子系统设计

The Design of Slave Machine Subsystem in the
AM radio transmitter Automatic Monitoring
System

陈思平

指导教师姓名: 游佰强 教授

肖彩华 高级工程师

专业名称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2012 年 5 月

论文答辩时间: 2012 年 6 月

学位授予日期: 201 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

201 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

本论文开发的自动化监控系统可用于广播发射台的对广播发射机实现自动化实时网络监控。可以数据、表格和声音等多种模式实时监控发射机的运行情况，自动控制发射机的开关机，自动应急故障处理，故障自动告警和诊断，并且整合有手持式终端、手机短信平台、GPS 卫星校时等先进技术。开发的系统已证实可在大功率、多频率、强高频干扰的环境中能可靠稳定工作。

论文首先分析了可编程自动化控制器的结构、功能和特点，提出了一套可实施的自动化监控系统设计方案，进行了详细论述并在厦门广播电视集团发射中心 201 台成功的进行了初步试运行。在此基础上针对控制现场处于强磁场的特殊情况，进行现场监控系统抗干扰性的设计，提高了系统的可靠性；确保网络化自动监控系统的稳定运行。系统开发采用模块化设计构思，具备独特性，利用 PAC 作为下位机实现对发射机的自动化控制，利用其以太网接口组建基于以太网的监控系统。上位机的监控软件采用 Visual C++ 语言开发，可以实现对发射机的远程监控，拓展智能功能。同时下位机也可以脱离上位机的监控而独立运行，确保在上位机出现故障的情况下整个监控体系也能在下位机的控制下正常运行，完成基本播出任务。本研究工作的下位机子系统可作为自动化实时监测控制系统中的一个重要组成部分，在整个系统中起着至关重要的作用。

本课题的研究成果对于减轻值班人员劳动强度，提高工作效率，减员增效，实现广播发射台站的科学化管理，提高设备运行的可靠性，保障安全优质播出等具有重要的现实意义。对实现播出机房“无人值班，有人留守”提供了安全可靠的技术基础。发射台站“发射机自动监控系统”的成功投入使用，提高了整个发射台的信息化程度，为发射台完成“三满”(满功率、满中波、满时间)安全播出任务奠定了基础，缩减维护开支，社会效益显著；为整个广电集团发射中心的播出自动化，进行了有益的探索，起到了很好的区域示范作用。该系统已基本上可以使本台机房达到“有人留守，无人值班”的目标，具有较高的实用价值。根据不同台站的特殊环境参量进行微调设计后，本成果也可推广应用于各类中短波、调频和电视发射台站。

关键词：PAC；中波广播发射机；实时监控；抗扰设计

Abstract

In the paper, the automatic monitoring system had been developed to auto-monitor real-time broadcast transmitters in the radio transmitting station. It could monitor transmitters real-time in multiple modes, such as dates, tables, sound. It also could automatic transmitter switch control, emergency treatment, fault alarm and diagnostic. The handheld terminal, SMS platform, GPS satellite timing had been also added. It had been proved that the developed system could work reliably in the high-power, multi-frequency, strong high-frequency environment.

The auto-monitor system design had been proposed after analyzing the structure, function and features of programmable automation controllers in the paper. And run in the 201 station of Xiamen Media Group. Base on it, the immunity of On-site monitoring system had been designed for improving reliable of the system when it had been in a strong magnetic field. The design using the modular system had special characteristics. The automatic control of the transmitter had work by using PAC as slave machine. And the monitor system of ethernet set up by ethernet interfaces. The monitor software of master machine was developed by Visual C++. It could monitor remotely transmitter and expand intelligence capabilities. The slave machine could work independently without the master machine. It meant the whole system could work only the slave machine running when the master machine had broken. The developed Slave Machine Subsystem had been an important part of the automatic real-time monitoring system, and a key role in the whole system.

The results of the paper are of important realistic significance to labor saving, higher efficiency, downsizing to improve efficiency, the scientific management of the radio transmitting station, improving reliability of the equipment, security and quality of broadcast. It provides a secure, reliable technological support for unmanned station. The automatic monitoring transmitters system has been put into use. So it increased the information technology level of the radio transmitting station and laid the foundation of the safety of the broadcasting task. It also cut back expenditure and had remarkable social benefits. The more, it has tentatively probed in automatic broadcast of the whole company and it played a good demonstration role in the localities. The system basically achieved the purposes for unmanned

station. It could be higher practical value. It also apt to be used in median wave, shortwave, FM and TV transmitting after changing environment parameters according to actual station conditions.

Keywords: PAC; AM radio transmitter; Real time monitoring; Anti-interference

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 中波广播发射机自动化监控系统的现状与发展.....	1
1.2 中波广播发射机自动化监控系统的意义.....	4
1.3 课题来源.....	5
1.4 本论文研究的主要内容.....	6
第二章 中波广播发射机自动监控原理	8
2.1 自动控制理论基础.....	8
2.1.1 自动控制的特点	8
2.1.2 开环控制与闭环控制	9
2.1.3 对自动控制系统的基本要求	10
2.2 发射机自动控制原理.....	11
2.2.1 PDM 中波广播发射机的组成及原理.....	11
2.2.2 状态输出电路	13
2.2.3 控制输入电路	13
2.2.4 监测电压输出电路	14
2.3 自动控制系统硬件分析.....	16
2.3.1 PAC 简介	18
2.3.2 台湾泓格科技有限公司 I-8000 系列 PAC.....	19
2.3.3 可用于 I-8000 系列 PAC 的 I/O 模块	22
2.4 软件设计平台 ISaGRAF	26
2.5 本章小结.....	34
第三章 中波广播发射机自动化监控系统概述	35
3.1 下位机子系统.....	35
3.2 局域网通讯子系统.....	35

3.3 客户端监控子系统·····	37
3.4 数据库服务器·····	42
3.5 本章小结·····	42
第四章 下位机子系统设计与实现·····	43
4.1 下位机子系统需求·····	43
4.2 下位机子系统的硬件设计与实现·····	45
4.2.1 方案可行性分析 ·····	45
4.2.2 模拟量监测采样接入电路 ·····	47
4.2.3 数字量监测采样接入电路 ·····	48
4.2.4 控制量输出模块接入电路 ·····	50
4.2.5 硬件连接中的抗干扰处理 ·····	52
4.3 下位机子系统的软件件设计与实现·····	56
4.3.1 程序的初始化 ·····	58
4.3.2 各输入参数的获取 ·····	59
4.3.3 时间获取及校时功能 ·····	59
4.3.4 自动开关机功能 ·····	61
4.3.5 简单发射机故障处理功能 ·····	63
4.3.6 天线倒换功能 ·····	64
4.4 下位机子系统的资源分配·····	66
4.4.1 输入输出数据的网络地址 ·····	66
4.4.2 需要同上位机进行通讯的内部变量的网络地址·····	69
4.4.3 开关机时间表和临时开关机时间表的网络地址·····	70
4.4.4 更改网络地址的方法 ·····	71
4.5 下位机子系统软件的 0 点问题·····	73
4.6 本章小结·····	77
总 结 ·····	78
参考文献 ·····	80
致 谢 ·····	83

Catalogue

Chapter 1 Introduction	1
1.1 The significance of design and operation of automatic monitoring system for AM radio transmitter	1
1.2 Signification of the AM radio transmitter automatic monitoring system	4
1.3 Sources	5
1.4 Contents	6
Chapter 2 The principle of the AM radio transmitter automatic monitoring	8
2.1 The theory of automatic control	8
2.1.1 The character of automatic control	8
2.1.2 Open-loop Control and close-loop control	9
2.1.3 The basic requirements of automatic control	10
2.2 The principle of the transmitter automatic monitoring	11
2.2.1 The composition and principle of PDM broadcast transmitter	11
2.2.2 Digital output circuit	13
2.2.3 Control input circuit	13
2.2.4 Output circuit of monitoring voltage	14
2.3 The hardware of automatic control	16
2.3.1 Introduce of PAC	18
2.3.2 The PAC of ICPDAS I-8000 series	19
2.3.3 I/O module fitting for I-8000 series PAC	22
2.4 Software design plant: ISaGRAF	26
2.5 Summarize of the chapter	34
Chapter 3 Summarize of the AM radio transmitter automatic	

monitoring system	35
3.1 Slave machine subsystem	35
3.2 LAN communication subsystem	35
3.3 Client monitoring subsystem	37
3.4 Database server	42
3.5 Summarize of the chapter	42
Chapter 4 Design and implementation of slave machine subsystem	43
4.1 System Requirements of slave machine subsystem	43
4.2 The hardware design and implementation of slave machine subsystem	44
4.2.1 Feasibility analyses	45
4.2.2 Analog Data monitoring input circuit	47
4.2.3 Digital Data monitoring input circuit	48
4.2.4 Control input circuit	50
4.2.5 Anti-interference in hardware joins	52
4.3 The software design and implementation of slave machine subsystem	56
4.3.1 Initializing program	58
4.3.2 Input parameter	59
4.3.3 Time parameter and check	59
4.3.4 Automatic switch control	61
4.3.5 simple treatment of transmitter	63
4.3.6 Optical Antenna	64
4.4 The resource allocation of slave machine subsystem	66
4.4.1 Network address of the input/output dates	66
4.4.2 Network address in communication with master machine	69
4.4.3 Network address of time table and switch control	70
4.4.4 Changing network address	71
4.5 The 0 problem on the software of slave machine subsystem	73
4.6 Summarize of the chapter	77

Summarize	78
Reference	80
Acknowledgements	83

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

广播电视是党和国家的喉舌，是重要的宣传阵地。它不仅把党和国家的声音传送到人们的心中，还提供大量丰富多彩、形式多样的娱乐节目，极大提高了广大人民群众的精神文化生活。随着广播电视事业的飞速发展，数字化、智能化浪潮席卷广播电视领域的各个方面，网络技术的广泛应用，为广播播出系统带来了革命性的变化，也为广播发射的自动化带来了新的机遇和挑战。

1.1 中波广播发射机自动化监控系统的现状与发展

根据国家广播电影电视总局的最新统计数据显示，到 2010 年底，全国共有广播电台 227 个，电视台 247 个，广播电视台 2120 个，教育电视台 44 个。全国有线电视用户 18730 万户，有线数字电视用户 8798 万户，基本实现了村村通，连线到户。广播综合人口覆盖率为 96.78%；电视综合人口覆盖率为 97.62%^[1]。经过六十多年的建设，我国已经形成了遍布城乡、覆盖全国、有相当规模和实力的广播电视无线覆盖网，在广播电视事业发展中占有非常重要的地位和作用。无线不仅是广播电视覆盖的最基本的方式和主要手段，也一直是广播电视事业发展的重要基础和组成部分。

从信号传播的质量看，中波广播以其信号传输稳定、接收成本低廉、听众广泛的特点，仍然是目前我国声音广播的主要手段之一^[2]。中波广播技术从上世纪初开始发展，直到现在还历久不衰，持续发展。就中波中波制式而言，栅调、帘调、抑制栅调和自动板调先后被淘汰，唯有乙类屏调，在 20 世纪 70 年代以前，一直居主导地位。20 世纪 80 年代出现了脉冲宽度调制（PDM）和脉冲阶梯调制（PSM）。其中，上海明珠公司生产的 TS-3C 型全固态 PDM 中波发射机和哈广公司生产的 GZ-G3K-II 型 PDM 3KW 全固态 PDM 中波发射机为国内各地广泛采用。20 世纪 90 年代又出现了数字式调制（DM）和幅相调制

（APM）。幅相调制有两种机型，一种是模块式广播发射机（M²W），另一种是精确相位脉冲多参数调制（MPM-P³）广播发射机。随着调制技术的进步，新元

器件的产生,使发射机向一大(大功率),三高(高效率、高质量、高稳定)和三化(固态化、数字化、自动化)的方向前进^[3]。

目前国内各地的发射台普遍存在发射频率多,发射功率大,发射机设备品牌杂乱,技术老化等情况,加上发射台一般在高山上或者交通不便的地方,条件艰苦,播音时间长,广播电台值班人员必须不断地对发射机的状态进行监视,并记录相关状态,劳动强度大,并伴有较强的噪音^[4]。在大功率广播发射机房工作的值班人员长年在高频电磁环境、高温和高噪声的状态下紧张地昼夜不间断轮班工作,容易劳累。由于每天多次对发射机进行巡查并抄表记录是常规播出工作中必需完成的工作,必然就很容易产生差错。而且由于现有设备的工作方式限制,通常不能及时的记录发射机的实时运行状态,值班人员的水平参差不齐,往往不能准确判断并及时处理设备故障,从而导致停播时间的增加^[5]。因此值班员迫切希望实现广播发射机的自动控制,降低发射台的管理和维护费用,提高发射台的工作效率,实现发射台的自动播出和监控,做到“有人留守、无人值班”,这也是发射台发展的必然趋势和发展方向^[6]。

广播发射机自动化监控管理系统产品技术支持薄弱,技术人员维护水平低,系统升级困难,难以实现网络化,是困扰技术维护工作者的一大难题,虽然许多台站都进行了广播电视自动化管理系统的开发和研制工作,并成功地投入了使用,但最终还是因为技术维护水平低,系统的整体性能不完善、稳定性差,操作烦琐,而被人们所遗弃。随着广播事业的飞速发展,广播领域也在逐步实现集成化、数字化、智能化、网络化,这迫使着自动化程度相对滞后的发射技术设备必须加快集成化、数字化、智能化、网络化的改造步伐,以降低技术维护成本,降低值班员的劳动强度,减员增效。

上世纪七十年代,国内就开始有人研制发射机的自动监控系统,但是由于收到当时计算机技术和电子器件等条件的限制,仅能实现自动开关机等简单的工作,远远不能满足当前监控系统的需要。八十年代后期至九十年代前期,各地台站也开发了一些自动监控系统,山东某广播台就开发出了以单片机作为下位机,286 计算机作为上位机的自动监控系统,初步实现了发射机的自动化,但由于当时技术不够成熟,系统不够稳定,实际使用的效果并不好,仅运行了

两年就不再使用了^[7]。

进入新世纪以来,有一些单位在做这个方面的工作,如国家广电总局某台就于 2000 年完成了一套中短波广播监测自动化系统^[8],但目前市场上仍较少有这个方面产品的成熟推广销售。产生这种局面主要有两个方面的原因:一是由于早期的电子管发射机稳定性差,部件易损坏,无人值守的条件不够成熟,实现远程控制更不可能;另一个重要原因是这些研究工作多是针对本台情况进行一些技术改造工作,由于发射机的型号不一致,功能差别较大,通用性不强,比较无法适应市场化需求。像安徽汇鑫公司(安视科技有限公司)等广电设备业内定点公司也都是以传统视音频设备开发为主,自动化监控系统(单片机实现)仅作为一块辅助开发项目^[9]。

近几年,各地的许多台站都意识到了自动化监控系统对广播台站工作的重要性,也逐渐开展了一些开发工作。随着科学技术的发展,发射机的监控系统也经历了从传统的继电器控制、数字逻辑电路控制,发展到今天信息化时代的微机控制。它的核心设备——发射机现场控制器(下位机),也经历了基于 8 位单片机、16 为单片机到基于可编程逻辑控制器(PLC)的发展历程。大多数的发射机自动化监控系统都是以 PLC 为核心,例如我厦门某发射台是以欧姆龙 OMRON PLC 为核心开发出了自动化监控系统^[10],西安某发射台是基于嵌入式系统开发出了发射机的自动监控系统^[11]。但是这些系统对于我厦门广播电视集团发射中心 201 台的实际情况而言都存在着一些出入。

实现发射机自动化监控要解决的关键问题是采用何种设备实现对监测数据的采集处理及实现网络通讯。目前国内采用的各种发射机,都提供有各自不同的外部接口,以用于和外部设备连接,实现远程监控功能。而外部接口与外部设备间交换的信号,通常有模拟量、数字量、开关量和脉冲量四种类型^[12],在发射机系统中应用到的是前三种。而外部接口的实现方式又可以分成两大类,一为早期机型采用的电路直接连接,二为近期生产的机型通过芯片将所需数据转换成符合某种标准协议或格式进行通讯,最常见的就是转换为 RS-232 接口与外部连接。通过市场调研,目前无论国内国外,针对单一发射机的自动化控制比较常用的硬件设备有:单片机、工控计算机、可编程逻辑控制器(PLC)

和嵌入式控制器。

1.2 中波广播发射机自动化监控系统的意义

随着科学技术的发展，中波广播发射机也从过去的电子管板调机发展为全新的全固态机；调制方式也由传统的 AM 调制发展为 PDM、DAM、数字幅相调制等多种方式。中波广播发射机的固态化和数字化，给发射机的自动控制奠定了坚实的基础；新发射机的各种外部接口也为机器的自动控制提供了极大的方便。各发射台站计算机网络的建设也日渐普及。另外，因为考虑到系统的可持续性和可维护性，我台技术人员依靠自身的力量，立项开发出一套广播电视发射机自动化网络实时监控管理系统。

中波广播发射机自动化监控系统的实施有着其重大意义^{[13][14]}：

(1) 提高管理水平、工作效率；

自动化网络监控系统对于整个发射台的管理及工作效率的提高是非常有意义的，网络化的管理，可以使播出管理部门不用到现场就可以知道机器的运行状况和各项设备的维护情况，更可以进行规范化管理。

(2) 减轻工作人员的劳动强度

自动化监控系统的实施，很多原本需要工作人员去做的事情被系统取代了，极大地减轻了工作人员的劳动强度。中波广播发射系统拥有一些自动化功能，值班人员得以更轻松地工作。

(3) 极大地减少播出事故

一般来讲，发射机播出时间长，值班人员劳动强度大、易疲劳，容易在疲劳状态下发生误操作造成停播事故。自动化监控系统拥有监测和控制手段，可以减少人为误操作或误班等人为因素导致的播出事故的发生；得益于其拥有的自动切换功能，更可以减少因机器自身故障而造成的停播事故。

(4) 提高发射台工作人员的专业技术水平

自动化监控系统的设计依靠发射台工作人员自身力量来进行，可以提高整个发射台工作人员的专业技术水平，技术人员紧跟电子、计算机技术的潮流，为广播发射事业做出新的贡献打下了坚实的基础。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库